PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-157425
(43)Date of publication of application : 31.05.2002

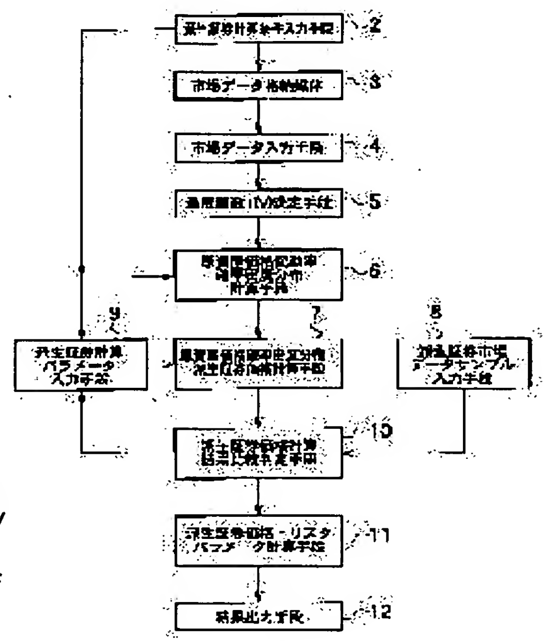
(51)Int.Cl. G06F 17/60

(21)Application number : 2000-354941
(22)Date of filing : 21.11.2000

(71)Applicant : TOSHIBA CORP
(72)Inventor : ITO YASUYUKI
UENOHARA YUJI
KAWASHIMA MASATOSHI

(54) DERIVATIVE EVALUATION SYSTEM, RECORDING MEDIUM AND DERIVATIVE TRANSACTION SUPPORTING METHOD

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a derivative evaluation system and a derivative transaction supporting system capable of accurately obtaining the price of derivative securities and a risk parameter considering the probability density function of the source asset price of a fat tail appearing in a derivative security market not to be logarithmic normal distribution by calculation in a short time and reducing the risk.
SOLUTION: It is defined that a source asset price probability density function is a function of at least the source asset price, the time and the source asset price fluctuation rate. An average value for the source asset price fluctuation rate for which the distribution function of the source asset price fluctuation rate is weighted as a probability density of the source asset price probability density function is obtained and the source asset price probability density function is expressed as a function of at least the source asset price and the time.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]
[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)　　(12)公開特許公報（A）　　(11)特許出願公開番号

特開２００２－１５７４２５
(Ｐ２００２－１５７４２５Ａ)
(43)公開日　平成14年5月31日(2002.5.31)

(51)Int.Cl.⁷	識別記号	FI		テーマコード(参考)
Ｇ０６Ｆ　17/60	２３４	Ｇ０６Ｆ　17/60	２３４　Ｇ	5B049
			２３４　Ｃ	5B055
			２３４　Ｋ	
	１７２		１７２	
	２０４		２０４	

審査請求　未請求　請求項の数１０　ＯＬ　（全１３頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2000-354941(P2000-354941)

(22)出願日　平成12年11月21日(2000.11.21)

(71)出願人　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72)発明者　伊藤　保之
神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号　株式会社東芝浜川崎工場内

(72)発明者　植之原　雄二
神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号　株式会社東芝浜川崎工場内

(74)代理人　100083806
弁理士　三好　秀和　（外7名）

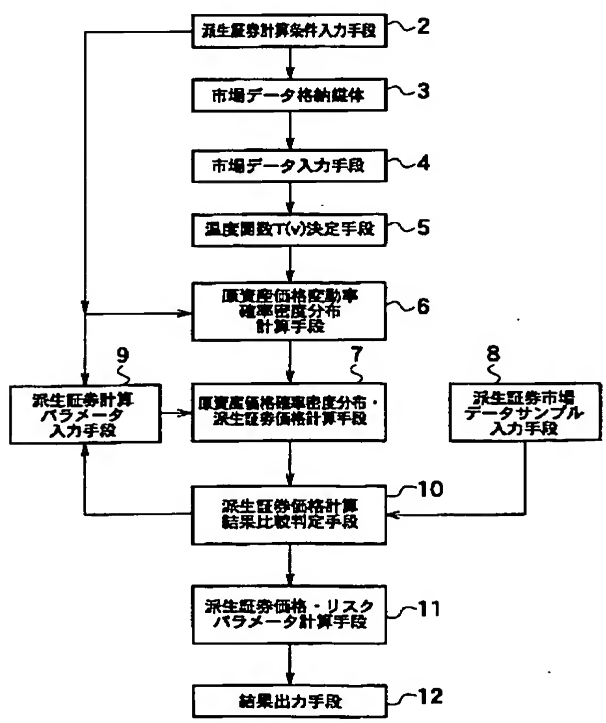
最終頁に続く

(54)【発明の名称】デリバティブ評価システム、記録媒体及びデリバティブ取引支援方法

(57)【要約】

【課題】　対数正規分布とはならない派生証券市場で現れるファットテイルな原資産価格の確率密度関数が考慮された派生証券の価格及びリスクパラメータが、短時間の計算で的確に得られ、そのリスクを低減できるデリバティブ評価システムとデリバティブ取引支援システムを実現する。

【解決手段】　原資産価格確率密度関数が少なくとも原資産価格と時間と原資産価格変動率との関数であるとし、この原資産価格確率密度関数の、前記原資産価格変動率の分布関数を確率密度として重み付けした原資産価格変動率についての平均値を求め、当該原資産価格確率密度関数を少なくとも原資産価格と時間との関数として表すようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項１】　商品、有価証券、通貨等を原資産とする金融商品、又は派生証券、又は複数の、金融商品、原資産及び派生証券から成る多資産ポートフォリオ等のデリバティブの価格及びリスクの評価を行うデリバティブ評価システムであって、

原資産価格確率密度関数が少なくとも原資産価格と時間と原資産価格変動率との関数であるとし、この原資産価格確率密度関数の、前記原資産価格変動率の分布関数を確率密度として重み付けした原資産価格変動率についての平均値を求め、当該原資産価格確率密度関数を少なくとも原資産価格と時間との関数として表す機能を備えたことを特徴とするデリバティブ評価システム。

【請求項２】　商品、有価証券、通貨等を原資産とする金融商品、又は派生証券、又は複数の、金融商品、原資産及び派生証券から成る多資産ポートフォリオ等のデリバティブの価格及びリスクの評価を行うデリバティブ評価システムであって、

デリバティブ価格が、少なくとも原資産の価格と無リスク金利と満期日までの時間と行使価格と原資産価格変動率との関数であるとし、このデリバティブ価格及びそのリスクパラメータの、前記原資産価格変動率の分布関数を確率密度として重み付けした原資産価格変動率についての平均値を求め、当該デリバティブ価格及びそのリスクパラメータを少なくとも原資産の価格と無リスク金利と満期日までの時間と行使価格との関数として表す機能を備えたことを特徴とするデリバティブ評価システム。

【請求項３】　商品、有価証券、通貨等を原資産とする金融商品、又は派生証券、又は複数の、金融商品、原資産及び派生証券から成る多資産ポートフォリオ等のデリバティブの価格及びリスクの評価を行うデリバティブ評価システムであって、

原資産価格の確率密度関数を、

現時点の時刻tの原資産価格Sに対する将来時点の時刻t_M の原資産価格S_M の比S_M /Sを確率変数とし、

前記対数正規分布の標準偏差が、時刻t_M と時刻tとの差(t_M -t)を時間T_M とするときに、少なくとも原資産価格変動率の絶対値vの関数である原資産変動のボラティリティσ(v)と時間T_M の平方根との積σ(v)√(T_M)であるとし、かつ、

前記対数正規分布の期待値が、原資産価格の期待収益率μと前記時間T_M との積μT_M 又は無リスク金利rと前記時間T_M との積rT_M と、少なくとも前記原資産価格変動率の絶対値vの関数である前記ボラティリティσ(v)の２乗の半分と前記時間T_M との積σ２ (v)T_M /2との差(μ－σ２ (v)/2)T_M 又は(r－σ２ (v)/2)T_M と、前記原資産価格変動率の絶対値vの分布関数φ(v)との間に数１式又はその近似式、

【数１】

$$\int_0^\infty \exp\left(\Delta\left(v,T_M\right)T_M\right)\phi(v)dv=1 \text{ 及び } \int_0^\infty \phi(v)dv=1$$

で関係付けられる少なくとも原資産価格変動率の絶対値vと時間T_M との関数であるΔ(v, T_M)と時間T_M との積Δ(v, T_M)T_M との和(μ－σ２ (v)/2+Δ(v, T_M))T_M又は(r－σ２ (v)/2+Δ(v, T_M))T_M であるとする対数正規分布で表わし、

前記原資産価格確率密度関数の、前記原資産価格変動率の絶対値vの分布関数φ(v)を確率密度として重み付けした原資産価格変動率の絶対値vについての平均値を求め、前記原資産価格確率密度関数を、前記原資産価格の比S_M /Sを確率変数とし、少なくとも時間T_M と原資産の期待収益率μ又は無リスク金利rとの関数として表す機能を備えたことを特徴とするデリバティブ評価システム。

【請求項４】　商品、有価証券、通貨等を原資産とする金融商品、又は派生証券、又は複数の、金融商品、原資産及び派生証券から成る多資産ポートフォリオ等のデリバティブの価格及びリスクの評価を行うデリバティブ評価システムであって、

原資産価格のドリフトを表わすrと、少なくとも原資産価格変動率の絶対値vの関数である原資産変動のボラティリティσ(v)と、確率過程を表わすdzと、時間tと原資産価格変動率の絶対値vの分布関数φ(v)との間で次の数２式又はその近似式で関係付けられる少なくとも原資産価格変動率の絶対値vと時間tとの関数であるΔ(v, t)とで、次の数３式及び数４式が表わされたものとし、

【数２】

$$\int_0^\infty \exp\left(\Delta\left(v,t\right)t\right)\phi(v)dv=1 \text{ 及び } \int_0^\infty \phi(v)dv=1$$

【数３】

$$dS=[r+\Delta(v,t)]Sdt+\sigma(v)Sdz$$

【数４】

$$d\ln S=\left[r+\Delta(v,t)-\frac{\sigma^2(v)}{2}\right]dt+\sigma(v)dz$$

原資産価格Sの時間dt内の変分dSが数３式で表わされる確率微分方程式の解、又は対数原資産価格lnSの時間dt内の変分dlnSが数４式で表わされる確率微分方程式の解、又は数３式又は数４式より導出された、時間tと原資産価格Sを変数としデリバティブの価格に関わる量を未知数とする微分方程式の解より、少なくとも原資産価格と無リスク金利と満期日までの時間と行使価格と原資産価格変動率の絶対値との関数として当該デリバティブの価格を求め、

前記デリバティブの価格及びそのリスクパラメータの、原資産価格変動率の絶対値vの分布関数φ(v)を確率密度として重み付けした原資産価格変動率の絶対値vについての平均値を求め、

前記デリバティブの価格及びそのリスクパラメータを、少なくとも原資産価格と無リスク金利と満期日までの時間と行使価格との関数で表す機能を備えたことを特徴とするデリバティブ評価システム。

【請求項５】　商品、有価証券、通貨等を原資産とする金融商品、又は派生証券、又は複数の、金融商品、原資産及び派生証券から成る多資産ポートフォリオ等のデリバティブの価格及びリスクの評価を行うデリバティブ評価システムであって、

ブラック・ショールズ価格式又はブラック・ショールズ微分方程式の解又はそれらの近似式を、当該ブラック・ショールズ価格式又はブラック・ショールズ微分方程式の解又はそれらの近似式に含まれる原資産価格変動のボラティリティを少なくとも原資産価格変動率の絶対値vの関数として与えたボラティリティで置き換え、かつ、

前記ブラック・ショールズ価格式又はブラック・ショールズ微分方程式の解又はそれらの近似式に含まれる現時点の原資産価格Sを、満期日までの時間をT_Mとし原資産価格変動率の絶対値vの分布関数φ(v)との間で数１式又はその近似式で関係付けられる少なくとも原資産価格変動率の絶対値vと時間T_Mの関数であるΔ(v, T_M)を用いて表わされた指数関数exp(Δ(v, T_M)T_M)と、現時点の原資産価格Sとの積S・exp(Δ(v, T_M)T_M)で置き換えて表わしたデリバティブ価格式とし、

前記デリバティブ価格式とそのリスクパラメータを、原資産価格変動率の絶対値vの分布関数を確率密度として重み付けした原資産価格変動率の絶対値vについての平均値として求める機能を備えたことを特徴とするデリバティブ評価システム。

【請求項６】　商品、有価証券、通貨等を原資産とする金融商品、又は派生証券、又は複数の、金融商品、原資産及び派生証券から成る多資産ポートフォリオ等のデリバティブの価格及びリスクの評価を行うデリバティブ評価システムであって、

数２式と、数３式又は数４式と、モンテカルロ法とを用いてデリバティブ価格及びそのリスクパラメータを計算する機能を備えたことを特徴とするデリバティブ評価システム。

【請求項７】　少なくとも原資産価格変動率の関数として与えられる原資産価格変動のボラティリティσ(v)を、時刻tの原資産価格変動率の絶対値vが時刻t+τにおいて原資産価格変動率の絶対値v'になる確率密度関数をf(v', v)として、次の数５式で与えたことを特徴とする請求項３～６のいずれかに記載のデリバティブ評価システム。

【数５】

$$\sigma^2(v)=\tau\int_0^\infty v'^2 f(v',v)dv'$$

【請求項８】　市場の原資産価格の時系列データ又はデリバティブ価格の市場データより、原資産価格変動率の絶対値vの分布関数φ(v)と、原資産価格変動率の絶対値vの関数であるボラティリティσ(v)と時刻tの原資産価格変動率の絶対値vが時刻t+τにおいて原資産価格変動率の絶対値v'になる確率密度関数f(v', v)と、原資産価格変動率の絶対値vの分布関数φ(v)との間で数１式、数２式又はそれらの近似式で関係付けられる、少なくとも原資産価格変動率の絶対値vと時間との関数Δ(v, t)とのうち、少なくとも１つを推定し、

原資産価格確率密度関数又はデリバティブ価格及びそのリスクパラメータの、原資産価格変動率の絶対値vの分布関数φ(v)を確率密度として重み付けした原資産価格変動率の絶対値vについての平均値を求め、

少なくとも時間と原資産価格との関数である前記原資産価格確率密度関数と、少なくとも原資産価格と無リスク金利と満期日までの時間と行使価格との関数であるデリバティブ価格と、当該デリバティブ価格のリスクパラメータとのうち少なくとも１つを与える機能を備えたことを特徴とする請求項１～７のいずれかに記載のデリバティブ評価システム。

【請求項９】　コンピュータを制御することによって商品、有価証券、通貨等を原資産とする金融商品、又は派生証券、又は複数の、金融商品、原資産及び派生証券から成る多資産ポートフォリオ（以下、「デリバティブ」と総称する）の価格及びリスクの評価を行わしめるデリバティブ評価プログラムを記録した記録媒体であって、請求項１～８のいずれかに記載のデリバティブ評価システムの機能を実行するプログラムを記録したことを特徴とするデリバティブ評価プログラムを記録した記録媒体。

【請求項１０】　コンピュータシステムを用いた、商品、有価証券、通貨等を原資産とする金融商品、又は派生証券、又は複数の、金融商品、原資産及び派生証券から成る多資産ポートフォリオ等のデリバティブの取引を支援するデリバティブ取引支援方法であって、請求項９に記載の記録媒体を用いてデリバティブの値付けやヘッジを行うための支援を行うことを特徴とするデリバティブ取引支援方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、商品、有価証券、通貨等を原資産とする金融商品、又は派生証券、又は複数の、金融商品、原資産及び派生証券から成る多資産ポートフォリオ等のデリバティブの価格及びリスクを評価するデリバティブ評価システム、このシステム機能をプログラムとして記録した記録媒体、及びこの記録媒体をコンピュータシステムに組み込むことによりデリバティブ取引を支援するデリバティブ取引支援方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】従来の金融工学では商品、有価証券、通貨等の原資産の変動をモデル化するために、ウィナー過

程を用いることが一般的であった。ウィナー過程dWは、例えば、物理の世界ではブラウン運動の記述に用いられるもので、原資産価格の時間変動もこのようなモデルを導入し、その価格確率密度関数が対数正規分布をなすと仮定され、次の数６式で記述される。

【０００３】

【数６】

$$dS = rSdt + \sigma SdW$$

ここで、Sは原資産の価格、rは原資産の期待収益率、σ はボラティリティ、dWはウィナー過程である。

【０００４】しかし、このような従来のモデルを用いて派生証券価格やそのリスクの評価を行うと、証券市場で形成される確率密度関数が正規分布から外れ、特に大きな原資産の価格変動に対する確率が過小評価される、いわゆるファットテイル問題のあることから、投資リスクが非常に大きくなる可能性があった。

【０００５】そこで、ボルツマンモデルによって原資産価格の時間変化を記述することが提案されている。その一形式は、次の数７式で表わされる。

【０００６】

【数７】

$$d\left(\ln S(t+\tau)\right) = [r - 3T^2(v) + \Omega q(\Omega',\Omega)v^*]\tau$$

ここで、S(t+τ)は時刻t+τにおける原資産価格で、lnS(t+τ)はその対数値、rは原資産の無リスク金利、τは時間変分、d(lnS)はlnSの時間τ内の変分、Ωは価格変動率の符号(｜Ω｜＝１)、q(Ω'，Ω)は時刻tの価格変動の符号(Ω)が時刻t+τの価格変動率の符号(Ω')に変わる確率、v^* は次の数８式で与える。

【０００７】

【数８】

$$\varepsilon = \int_0^{v^*} f(v',v)dv'$$

ここで、εは一様乱数、fは価格変動率の確率分布を表わしている。またv,v'はそれぞれ、時刻tの時間τ内の原資産対数価格変動幅を時間τで割った価格変動率であり、例えば、τを１日とすると、v,v'はそれぞれ、原資産の前日の日次収益率及び当日の日次収益率として与えられる。そして価格変動率の確率分布fは、例えば、数９式で与えられる。

【０００８】

【数９】

$$f(v',v) = \frac{v^g \exp\left[-\dfrac{v'}{T(v)}\right]}{\displaystyle\int_0^{\infty} v^g \exp\left[-\dfrac{v'}{T(v)}\right]dv}$$

この数９式において、g値には、例えば１あるいは0.5が選ばれる。また数７式においてT(v)は、数９式に用いられている温度と呼ばれる関数であり、その関数は、例えば、数１０式で与えられる。

【０００９】

【数１０】

$$T(v) = T_0(1 + a_1 v + a_2 v^2)$$

ここで、係数T_0，a_1，a_2 は原資産の時系列データから得られる、前日の日次収益率に依存する当日の日次収益率の確率分布を、数９式で表わした関数で近似することにより決定される。

【００１０】数７式を用いて、モンテカルロ法で多数の原資産価格Sの時間推移であるサンプルパスを計算すれば、派生証券(オプション)の満期日である時刻T_M における原資産価格Sの確率密度関数P(S,T_M)と共に、行使価格Kのコールオプション価格c_o及びプットオプション価格p_oを次の数１１式、数１２式に従って求めることができる。

【００１１】

【数１１】

$$c_o(K) = e^{-rT_M}\int_K^{\infty}(S-K)P(S,T_M)dS$$

【数１２】

$$p_o(K) = e^{-rT_M}\int_0^{K}(K-S)P(S,T_M)dS$$

このようにして求められる原資産価格Sの確率密度関数P(S,T_M)は、正規分布では表現できない証券市場で形成される確率密度関数に対し、特に原資産価格の期待値から大きく外れた、分布のテイル部分における確率密度の過小評価(ファットテイル問題)を改善できる。

【００１２】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、モンテカルロ法を用いたボルツマンモデルで派生証券価格を評価しようとすると、数万回に及ぶサンプルパスを計算するために計算時間が長くなるという問題点があった。

【００１３】オプション価格の実勢値をボルツマンモデルで再現しようとする場合に、数６式を用いて、コールオプションとプットオプションの価格関数c(K),p(K)を同時に満足する原資産の価格確率密度関数を求めることが困難であった。これは、オプション価格の実勢値を与える原資産の価格確率密度関数において、価格が期待値より大きい所と期待値より小さい所とのテイル部分の大小関係が異なるためである。

【００１４】またモンテカルロ法によれば計算結果に統計誤差が生じやすいため、派生証券価格の微分値で与えられるリスクパラメータを計算する上で誤差が生じやすいという問題点もあった。

【００１５】本発明はこのような従来の問題点を解決するためになされたものであり、従来のボルツマンモデルで得られる原資産価格の確率密度関数を解析的な関数で

与えることにより、より速やかに計算し、派生証券等のデリバティブのリスクが低減できるデリバティブ評価システム及びデリバティブ取引支援方法を提供することを目的とする。

【００１６】本発明はまた、このようなデリバティブ評価システムの機能をプログラムとして記録したコンピュータで読み取り可能な記録媒体を提供することを目的とする。

【００１７】

【課題を解決するための手段】請求項１の発明は、商品、有価証券、通貨等を原資産とする金融商品、又は派生証券、又は複数の、金融商品、原資産及び派生証券から成る多資産ポートフォリオ等のデリバティブの価格及びリスクの評価を行うデリバティブ評価システムであって、原資産の価格確率密度関数を表わす関数が原資産価格変動率の関数であるとして、原資産価格確率密度関数の、原資産価格変動率の分布関数を確率密度として重み付けした原資産価格変動率についての平均値を求めることにより、原資産の価格確率密度関数の計算時間を短縮し、かつ、評価精度を向上する。

【００１８】請求項２の発明は、商品、有価証券、通貨等を原資産とする金融商品、又は派生証券、又は複数の、金融商品、原資産及び派生証券から成る多資産ポートフォリオ等のデリバティブの価格及びリスクの評価を行うデリバティブ評価システムであって、デリバティブ価格を表わす関数が原資産価格変動率の関数であるとして、デリバティブ価格及びそのリスクパラメータの、原資産価格変動率の分布関数を確率密度として重み付けした原資産価格変動率についての平均値を求めることにより、デリバティブ価格及びそのリスクパラメータの計算時間を短縮し、かつ、評価精度を向上する。

【００１９】請求項３の発明は、商品、有価証券、通貨等を原資産とする金融商品、又は派生証券、又は複数の、金融商品、原資産及び派生証券から成る多資産ポートフォリオ等のデリバティブの価格及びリスクの評価を行うデリバティブ評価システムであって、原資産価格の確率密度関数を与える対数正規分布関数を、それに含まれるボラティリティが原資産価格変動率の絶対値vの関数であるとし、かつ、対数正規分布関数の期待値に、リスク中立条件を満足させる原資産価格変動率の絶対値vと時間の関数を足し合わせることによってその対数正規分布関数を表わし、しかるのち原資産価格確率密度関数を、原資産価格変動率の分布関数を確率密度として重み付けした原資産価格変動率についての平均値として与えることにより、デリバティブ価格及びそのリスクパラメータの計算時間を短縮し、かつ、評価精度を向上する。

【００２０】請求項４の発明のデリバティブ評価システムは、請求項２において、原資産価格又は対数原資産価格変化が幾何ブラウン運動あるはウィナー過程に従うとし表記された確率微分方程式において、確率微分方程式を表わす諸量が原資産価格変動率の関数であるとし、この確率微分方程式の解又はこの確率微分方程式から導かれる、時間tと原資産価格Sを変数とし、デリバティブ価格に関わる量を未知数とする微分方程式の解よりデリバティブ価格及びそのリスクパラメータを求め、しかるのち原資産価格確率密度関数を、原資産価格変動率の分布関数を確率密度として重み付けした原資産価格変動率についての平均値として与えることにより、デリバティブ価格及びそのリスクパラメータの計算時間を短縮し、かつ、評価精度を向上する。

【００２１】請求項５の発明のデリバティブ評価システムは、請求項２の原資産価格変動率の関数であるデリバティブ価格及びそのリスクパラメータをブラック・ショールズ価格式又はブラック・ショールズ微分方程式の解などで与えることにより、計算時間の短縮をする。

【００２２】請求項６の発明のデリバティブ評価システムは、請求項４で表記された確率微分方程式をモンテカルロ法を用いて計算することにより、デリバティブ価格評価確度を向上する。

【００２３】請求項７の発明のデリバティブ評価システムは、原資産価格変動率の関数であるボラティリティを具体的に求める。

【００２４】請求項８の発明のデリバティブ評価システムは、原資産価格変動率の分布関数や、原資産価格確率密度及びデリバティブ価格を表わす関数に含まれる原資産価格変動率の関数であるボラティリティ等を、原資産価格やデリバティブ価格の市場データより推定する。

【００２５】請求項９の発明の記録媒体は、請求項１～８のいずれかに記載のデリバティブ評価システムの機能を実行するプログラムを記録していて、これをコンピュータに読み込ませて実行させることにより、請求項１～８のいずれかのデリバティブ評価システムを構築する。

【００２６】請求項１０の発明のデリバティブ取引支援方法は、請求項９の記録媒体に記録されているデリバティブ評価プログラムを読み込ませたコンピュータシステムを利用して、デリバティブ取引の支援を行わせ、デリバティブ取引を的確かつ迅速に行わせる。

【００２７】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図に基づいて詳説する。商品、有価証券、通貨等を原資産とする金融商品や派生証券、又は複数の、金融商品、原資産及び派生証券から成る多資産ポートフォリオ等のデリバティブの価格及びリスクの評価を行うデリバティブ評価システムにおいて、対数原資産価格の確率密度関数pが時間t、対数原資産価格x、原資産価格の時間変化率uの関数であると仮定すれば、確率分布p(x, u, t)は例えば、次の数１３式で表わすことができる。

【００２８】

【数１３】

$$\frac{\partial p(x,u,t)}{\partial t}+u\frac{\partial p(x,u,t)}{\partial S}\approx\frac{1}{\tau}\left(\int p(x-u'\tau,u,t)F(u',u)du'-p(x,u,t)\right)$$

ここで、関数F(u’，u)は時刻tにおける対数原資産価格の時間τ内の時間変化率(価格変動率)uが時刻t+τにおいて対数原資産価格の時間τ内の価格変動率u’になる確率密度関数を表わす。

【００２９】この数１３式の近似解より、原資産価格Sの確率密度関数として表わすと、数１４式のようになる。

【００３０】

【数１４】

$$P(S,t)=\int_0^\infty p(S,v,t)\phi(v)dv$$

ここで、

【数１５】

$$p(S,v,t)\cong\frac{1}{\sqrt{2\pi t}\sigma(v)S}\exp\left(-\frac{\left(\ln\left(\frac{S}{S_0}\right)-\left(\mu-\frac{\sigma^2(v)}{2}+\Delta(v,t)\right)t\right)^2}{2\sigma^2(v)t}\right)$$

【数１６】

$$\sigma^2(v)=\tau\int_0^\infty v'^2 f(v',v)dv'$$

である。

【００３１】なお、lnは自然対数を表わし、expは指数関数を表わす。μは原資産価格の期待収益率、vは原資産価格変動率uの絶対値、φ(v)は価格変動率の分布関数、πは円周率、S_0は原資産価格のt=0における値、関数f(v’，v)は時刻tにおける価格変動率の絶対値vが時刻t+τにおいて価格変動率の絶対値v’になる確率密度関数、σ(v)は、数１６式で定義された価格変動率の絶対値vの関数であるボラティリティを表わす。

【００３２】また数１５式内の関数Δ(v, t)は、リスク中立条件、

【数１７】

$$\int_0^\infty SP(S,t)dS=\exp(\mu t)$$

を満足させるように定められ、数１８式を満たす関数Δ(v, t)ならば、何れでもよい。

【００３３】

【数１８】

$$\int_0^\infty \exp(\Delta(v,t)t)\phi(v)dv=1$$

以下、τを１日、v, v’を１日あたりの原資産変動率、すなわち日次収益率とし、τ=1とする。また、v’を当日の日次収益率、vを前日の日次収益率と呼ぶことにする。

【００３４】日次収益率vの分布関数φ(v)は原資産価格の日次データ等、時系列データを解析することにより、数１９式のような関数で表わすことができる。

【００３５】

【数１９】

$$\phi(v)=\frac{v^g\exp\left[-\left(\frac{v}{T^*}\right)^\gamma\right]}{\int_0^\infty v^g\exp\left[-\left(\frac{v}{T^*}\right)^\gamma\right]dv}$$

ここで、g, γ, T* は定数である。いま、g=1と決めると、例えば、円ドル通貨交換レートの日次収益率vの分布を調べると、図１のようにγ=0.56とした数１９式の分布関数φ(v)をデータに合わせることができ、定数T*を求めることができる。ここで、図１は横軸を日次収益率vとして、日次収益率の分布(確率密度)をプロットしたものである。

【００３６】原資産価格変動のボラティリティσ* とかT* との関係は、次の数２０式で与えられる。

【００３７】

【数２０】

$$T^*=\frac{\sigma^*}{\sqrt{\zeta\tau}},\quad \text{ここで}\quad \zeta=\frac{\int_0^\infty z^{g+2}\exp(-z^\gamma)dz}{\int_0^\infty z^g\exp(-z^\gamma)dz}$$

この数２０式のボラティリティσ* は、１日を時間の単位として与えると、

【数２１】

$$T^*=\frac{\sigma^*}{\sqrt{\zeta}}$$

となる。

【００３８】また、数１６式で必要な前日の日次収益率vが当日において日次収益率v’になる確率密度関数f(v’, v)も同様にして、原資産価格の時系列データを解析することにより、次の数２２式のような関数で表わすことができる。

【００３９】

【数２２】

$$f(v',v)=\frac{v^{g}\exp\left[-\left(\frac{v'}{T(v)}\right)^{\gamma}\right]}{\int_0^{\infty}v^{g}\ \mathrm{xp}\left[-\left(\frac{v'}{T(v)}\right)^{\gamma}\right]dv'}$$

ここで、g, γに対して数１９式と同じ値を用いることにし、原資産価格の時系列データを解析することにより、関数T(v)を求めることができる。なお、ここでは、T(v), T* を温度と呼ぶことにする。これは、数１９式、数２２式で表わされる関数が、気体分子運動論における粒子の速度分布であるマックスウェル分布に似ていることから名づけられたものである。温度関数T(v)は、例えば円ドル通貨交換レートの日次収益率vの分布を調べると、概ね日次収益率vの増加関数になり、数２３式で表わすことができる。

【００４０】

【数２３】

$$T(v)=T^{*}(a_0+a_1v+a_2v^2+\cdots)$$

ここで、ａ₀，ａ₁，ａ₂は定数である。

【００４１】図２の黒丸マークは、円ドル通貨交換レートの前日の日次収益率vの分布と当日の日次収益率v' との関係を調べることによって得られる数２３式で定義された温度を、前日の日次収益率vに対してプロットしたもので、実線は点列にフィットするように最小２乗法で求められた曲線である。ここで、数１９式のT* と数２２式のT(v)の関係を、ボラティリティσ* の定義式である数２４式を満足するように定めてもよい。

【００４２】

【数２４】

$$\sigma^{*2}=\int_0^{\infty}v^2\phi(v)dv=\int_0^{\infty}\phi(v)dv\int_0^{\infty}v'^2f(v',v)dv'$$

数１８式を満足する関数Δ(v, t)は、例えば、次の数２５式である。

【００４３】

【数２５】

$$\Delta(v,t)=\left(\frac{1}{2}-D\right)\sigma^2(v)-\frac{1}{t}\ln\left[\int_0^{\infty}e^{\left(\left(\frac{1}{2}-D\right)\sigma^2(v)t\right)}\phi(v)dv\right]$$

ここで、Dは任意の定数を表わす。数２５式を次式で近似してもよい。数２５式を数１５式に適用すれば、原資産価格の確率密度関数p(s, v, t)の日次収益率vについての依存性は、日次収益率vの関数であるボラティリティσ(v)で表わすことができる。

【００４４】

【数２６】

$$\Delta(v)\cong\left(\frac{1}{2}-D\right)\sigma^2(v)-\int_0^{\infty}\left(\frac{1}{2}-D\right)\sigma^2(v)\phi(v)dv$$

以上から、数１５式の原資産価格の確率密度関数p(s, v, t)を定めるボラティリティσ(v)を数１６式、数２２式を用いて求め、数１９式で与えられる日次収益率vの分布関数φ(v)と数２５式の関数Δ(v, t)を用いて、数１４式から、日次収益率vについての平均的な原資産価格の確率密度関数P(s, t)を得ることができる。なお、数１６式で定義したボラティリティσ(v)は、数２２式を用いて、次の数２７式で与えられる。

【００４５】

【数２７】

$$\sigma^2(v)=\frac{T^2(v)\int_0^{\infty}x^{g+2}\exp(-x^{\gamma})dx}{\int_0^{\infty}x^{g}\exp(-x^{\gamma})dx}=\zeta T^2(v)$$

＊

＊図３は、数１３式をモンテカルロ法で計算して得られる価格の確率密度関数と、数１４式～数２２式を組み合わせて計算した結果とを比較したものである。温度関数T(v)としては、モンテカルロ法に対しては図２において菱形の記号(◇)で表わしたグラフ、数１４式の計算においては、図２においてプラス記号(＋)で表わしたグラフを用いた。これらの温度関数は、計算で得られる円ドル通貨オプション価格とその市場データが概ね一致するように定めたものである。

【００４６】図３から分かるように、温度関数を適当に選べば、派生証券市場で問題となっている対数正規分布に比べてファットテイルな確率密度関数が得られる従来の数７式又は数１３式のモンテカルロ法による計算とほぼ同じ結果を得ることができ、従って計算時間を大幅に短縮できる。このファットテイルな分布を上述の計算で得るには、温度分布T(v)が日次収益率vの概ね増加関数であることが必要である。

【００４７】次に、派生証券価格を求める方法を記述する。コールオプション価格及びプットオプション価格はそれぞれ数１１式、数１２式によって与えられる。これらの式の中にある満期日t=T_M の確率密度関数P(S, T_M)として数１４式を用いると、これらのオプション価格はそれぞれ次の数２８式、数２９式で与えられる。

【００４８】

【数２８】

$$c_o=e^{-rT_M}\int_K^{\infty}(S-K)P(S,T_M)dS=e^{-rT_M}\int_0^{\infty}\phi(v)dv\int_K^{\infty}(S-K)p(S,v,T_M)dS$$

【数２９】

$$p_o = e^{-rT_M}\int_0^K (K-S)P(S,T_M)dS = e^{-rT_M}\int_0^\infty \phi(v)dv\int_0^K (K-S)p(S,v,T_M)dS$$

ここで、rは無リスク金利である。すなわち、派生証券価格は、まず日次収益率vの関数として与えた原資産価格確率密度関数の重み付けによる原資産価格Sについての平均値で与え、さらに、これを日次収益率vの分布関数φ(v)を確率密度として重み付けした原資産価格変動率vについての平均値で与えたものとなる。

【００４９】また、数２８式、数２９式より、次のように表わすこともできる。

【００５０】

【数３０】

$$c_o = \int_0^\infty c_{BS}\left(S_0 \exp\left(\Delta(v,T_M)T_M\right), \sigma(v), T_M\right)\phi(v)dv$$

【数３１】

$$p_o = \int_0^\infty p_{BS}\left(S_0 \exp\left(\Delta(v,T_M)T_M\right), \sigma(v), T_M\right)\phi(v)dv$$

ここで、$c_{BS}(S_0, \sigma, T_M)$及び$p_{BS}(S_0, \sigma, T_M)$は、原資産価格S_0、ボラティリティσ、満期日までの時間T_Mの関数とするコールオプション及びプットオプションに対するブラック・ショールズ価格式である。

【００５１】数３０式、数３１式の被積分項のc_{BS}及びp_{BS}は、ブラック・ショールズ価格式において原資産価格S_0を、$S_0 \cdot \exp(\Delta(v, T_M)T_M)$で置き換え、ボラティリティσをσ(v)で置き換えたものである。

【００５２】数３０式、数３１式によって派生証券を計算すれば、計算時間はモンテカルロ法を用いた場合と比べ、１００分の１以下に短縮できる。

【００５３】また、デルタ、ガンマ、カッパ、ロー、セータと呼ばれる派生証券のリスクパラメータは、コールオプションに対するブラック・ショールズ価格式を原資産価格の初期値、ボラティリティ、金利、満期日までの時間で微分したものであるから、同様に、日次収益率vの分布関数φ(v)で重み付けした原資産価格変動率vについての平均値として与えることができる。例えば、デルタは数３２式で与えられ、ガンマは数３３式で与えられる。ただし、rは無リスク金利である。

【００５４】

【数３２】

$$e^{-rT_M}\int_0^\infty \phi(v)\frac{\partial}{\partial S_0}c_{BS}\left(S_0\, e^{\Delta(v,T_M)T_M}, \sigma(v), T_M\right)dv$$

【数３３】

$$e^{-rT_M}\int_0^\infty \phi(v)\frac{\partial^2}{\partial {S_0}^2}c_{BS}\left(S_0\, e^{\Delta(v,T_M)T_M}, \sigma(v), T_M\right)dv$$

数１５式は、次の数３４式で表わされる時間τ内の原資産価格変化に対する確率微分方程式と等価である。

【００５５】

【数３４】

$$dS = (r + \Delta(v,t))S\tau + \sigma(v)Sdz$$

ここで、rは無リスク金利、Δは数２５式等で与えられ、dzはウィナー過程等の確率過程を示す。数３４式は、原資産価格の幾何ブラウン運動を表わす数６式において、無リスク金利rにΔ(v, t)を付加し、ボラティリティσを日次収益率vの関数σ(v)としたものである。

【００５６】従って、この確率微分方程式の解、又は数３４式より導かれる金融工学上の微分方程式の解は、数６式をもとに導かれる金融工学上の微分方程式の解において、ボラティリティσを日次収益率vの関数σ(v)とし、原資産価格S_0を、$S_0 \cdot \exp(\Delta(v, T_M)T_M)$で置き換えたものになる。

【００５７】前述の微分方程式の解を$V(S_0, \sigma, T_M)$とすれば、次の数３５式によって日次収益率の分布関数φ(v)で重み付けした原資産価格変動率vについての平均値を求めれば、市況を反映した派生証券価格を求めることができる。例えば、ブラック・ショールズ微分方程式の解をもとに数３０式、数３１式で表わされる派生証券価格が得られる。

【００５８】

【数３５】

$$\left\langle V(S_0,T_M)\right\rangle = \int_0^\infty V\left(S_0\, e^{\Delta(v,T_M)T_M}, \sigma(v), T_M\right)\phi(v)dv$$

なお、日次収益率vの分布関数φ(v)を数１９式、前日の日次収益率vが当日において日次収益率v’になる確率密度関数f(v’, v)を数２２式で表わしたが、原資産価格の市場データあるいは派生証券価格の市場データをもとに日次収益率vの分布関数や、前日の日次収益率vが当日において日次収益率v’になる確率密度関数を近似的に、あるいは概略的にでも表わすことができるものであるならば、又は数２８式～数３１式、数３５式の結果が派生証券価格の市場データを近似的に再現できるものであるならば、いかなる関数形を用いてもよい。例えば、Levy分布式で表わして、c, αを定数として、

【数３６】

$$\phi(v) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\exp\left(ikv - c|k|^{\alpha}\right)dk, \quad (0 < \alpha \le 2)$$

と表わし、あるいは、αを定数、cを日次収益率vの関数として、

【数３７】

$$f(v',v) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\exp\left(ikv' - c(v)|k|^{\alpha}\right)dk, \quad (0 < \alpha \le 2)$$

が与えるいかなる関数又はこれらの近似式であってもよ

い。特に、αとして１から２の間の値を与えてもよい。因みに、上記Levy分布式は、$\alpha=1$のときにはコーシー分布、$\alpha=2$のときにはガウス分布になる。

【００５９】数３４式は対数原資産価格lnSの変化を表わす次の数３８式で表わすこともできる。

【００６０】

【数３８】

$$d\ln S=\left[r+\Delta(v,t)-\frac{\sigma^2(v)}{2}\right]\tau+\sigma(v)dz$$

確率過程を表わすdzは、ウィナー過程を用いてもよいし、また数２７式より、

【数３９】

$$\sigma(v)=\sqrt{\zeta}T(v)$$

の関係があるから、従来の数７式で表わされる確率微分方程式を参照し、

【数４０】

$$dz=\frac{\Omega q(\Omega',\Omega)x^*\tau}{\sqrt{\zeta}}$$

としてもよい。ここで、x^* は数２２式より、数４１式で与えられる。

【００６１】

【数４１】

$$\varepsilon=\frac{\int_0^{x^*}x^{\xi}\exp(-x^{\gamma})dx}{\int_0^{\infty}x^{\xi}\exp(-x^{\gamma})dx}$$

また、εは一様乱数、Ωは価格変動率の符号を表わしその絶対値は１であり、$q(\Omega',\Omega)$は時刻tの価格変動の符号（Ω）が時刻$t+\tau$の価格変動率の符号（Ω'）に変わる確率である。これらの確率過程dzを用いて、数３４式又は数３８式をモンテカルロ法で計算し、派生証券価格やリスクパラメータを求めてもよい。

【００６２】従来の数７式と異なるところは、右辺の$3T^2(v)$を$\Delta(v,t)-\sigma^2(v)/2$で置き換えることにより、数２６式から分かるように任意に選べるＤ値などを用いて計算できることで、これにより、後述する図４の説明の如く、原資産価格確率密度関数のテイル部を調整することができる。

【００６３】なお、図３のモンテカルロ計算結果は、数３８式で計算されたものである。

【００６４】図４はＤ値の効果を表わしたもので、Ｄ値を+2.5から-2.5に変化させると、分布の左右のテイルの強さ加減が変化することが分かり、行使価格Kの関数であるコールオプションとプットオプションの価格関数$c_o(K)$, $p_o(K)$を同時に満足する原資産の価格確率密度関数をより精度よく求めることができる。図４では、Ｄ値が-2.5のとき、オプション価格を実勢値に合わせる上で最適となることを示す。なお、図４の結果は、図３で示す温度関数T(v)を用いた。

【００６５】図５は本発明によって得られるコールオプション価格の計算結果例を示している。図５（ａ）の実線は本発明に関わる数２８式と、図４で説明した方法で最適値を求めた数２５式のＤ値と、別途求めた数１９式の日次収益率vの分布関数$\phi(v)$を計算するのに必要なT^*の最適値とを用いて、円ドル通貨のコールオプション価格を求めたものである。ここで、横軸は行使価格を先物価格で規格化したものである。黒丸マークは市場の実勢値、他の記号で描いグラフは同じ条件で求めたブラック・ショールズ価格である。本発明の結果は、実勢値をよく再現していることを示している。

【００６６】図５(b)は本発明に関わる数２８式より得られる円ドル通貨のコールオプション価格に対して、インプライドボラティリティを求めた結果である。横軸は行使価格を先物価格で規格化したものである。このように、本発明によってオプション価格の実勢値をよく反映した計算結果が得られる。

【００６７】オプション価格の市場実勢値に数２８式、数２９式の計算値を合わすことができる原資産価格の確率密度関数を求める上で重要なパラメータは、確率密度関数の幅を与える、温度T^* 又は数２０式で関係付けられるボラティリティσ^* と、確率密度関数のテイルの強さを与える数２３式中の係数であるa_0，a_1，a_2 の値と、左右のテイルの強さ加減を与える数２５式中のＤ値である。

【００６８】市場で定められる原資産の日次データなどの時系列データや、市場で定められる派生証券価格の実勢値のサンプルを用いて他のパラメータを決定したのち、直近のオプション価格の市場実勢値のサンプルを手動又は自動的に入力すると、T^*値又はσ^* 値と、a_0，a_1，a_2 値、Ｄ値のうちの一部又は全部の最適値を、数２８式、数２９式の計算値がオプション価格の市場実勢値に合うようにニュートン法あるいは２分法等を用いた繰り返し計算で求めた後、これらの最適値によって、派生証券価格を行使価格Kと満期日までの時間T_M の関数として求め、出力するシステムを構成すれば、市場動向に追随できる派生証券価格及びそのリスクパラメータを推定するシステムを実現できる。図６にその構成図の一例を示している。

【００６９】この図６は本発明の１つの実施の形態に関わるデリバティブ評価システムの機能的な構成である。この実施の形態のデリバティブ評価システム１は、派生証券計算条件入力手段２と、市場データ格納媒体３と、市場データ入力手段４と、温度関数決定手段５と、原資産価格変動率確率密度分布計算手段６と、原資産価格確率密度分布・派生証券価格計算手段７と、派生証券市場データサンプル入力手段８と、派生証券計算パラメータ

入力手段９と、派生証券価格計算結果比較判定手段１０と、派生証券価格・リスクパラメータ計算手段１１と、結果出力手段１２とを有する。ただし、このシステム１はコンピュータシステムに対して下記の各機能をソフトウェアプログラムとして組み込むことにより構築されるものである。

【００７０】派生証券計算条件入力手段２によって派生証券計算条件がシステムに入力される。例えば、派生証券の種類、派生証券の行使価格、先物を含む原資産価格、金利、満期日、ボラティリティ等である。派生証券計算条件入力手段２によって派生証券計算条件がシステムに入力されると、データベースその他の市場データ格納媒体３より市場データを読み取り、市場データ入力手段４で入力された市場データに基づいて温度関数T(v)が決定される。なお、温度関数T(v)を定めるパラメータは、派生証券計算条件入力手段２によって直接、原資産価格変動率確率密度分布計算手段６に入力データを入力できるようにシステムを制御してもよい。この場合、市場データ格納媒体３と市場データ入力手段４と温度関数決定手段５をバイパスしてもよい。

【００７１】温度関数決定手段５によって温度関数T(v)が決定されると、原資産価格変動率確率分布計算手段６によって、日次収益率vの分布関数ϕ(v)と、前日の日次収益率vが当日において日次収益率v'になる確率密度関数f(v', v)とを計算する。これらの関数と、派生証券計算パラメータ入力手段９によって入力されるパラメータ(D, σ^{**}, 温度関数パラメータの一部又は全部など)をもとに、原資産価格確率密度分布・派生証券価格計算手段７で、原資産価格確率密度関数や派生証券価格を数１５式、数２８式、数２９式又は数３０式、数３１式、あるいは数３８式等を用いて計算する。

【００７２】派生証券価格の計算結果は、派生証券価格計算結果比較判定手段１０により、派生証券市場データサンプル入力手段８によって入力された派生証券市場データサンプルと比較判定され、両者の差又は比が与えられた範囲内になければ、派生証券計算パラメータ入力手段９によって入力されるパラメータを調節し、再度、原資産価格確率密度分布・派生証券価格計算手段７で、原資産価格確率密度関数や派生証券価格を計算する。なお、派生証券計算パラメータ入力手段９によって入力されるパラメータがすでに確定したものであれば、上記の計算を繰り返す必要はない。この場合、派生証券価格計算結果比較判定手段１０はバイパスされる。

【００７３】このようにして、派生証券価格の計算結果と派生証券市場データサンプルの差又は比が与えられた範囲内に入っていれば、派生証券計算パラメータ入力手段９における適切な派生証券計算パラメータが決定されたことになり、これらの値をもとに、必要とする派生証券価格・リスクパラメータが派生証券価格・リスクパラメータ計算手段１１によって計算され、結果出力手段１２によって計算結果が出力される。

【００７４】以上で記述したシステムをコンピュータシステムに組み込むために、上記のシステム機能の一部又は全部を行わしめるプログラムを記録媒体に記録させてもよい。

【００７５】また、これらのシステムを用いて、派生証券の値付けやヘッジを行うための支援を行わしめてもよい。

【００７６】図７にデリバティブ取引支援システムの一例を示す。派生証券取引を行う利用者は、利用者端末１５より、コンピュータシステム１４に具備された記録媒体１３に記録された本発明に関わるデリバティブ評価システム１にアクセスし、デリバティブ評価システム１が要求する派生証券の種類、原資産価格、行使価格、満期日等の派生証券価格の推定やヘッジに必要なデータを入力する。

【００７７】デリバティブ評価システム１はこれらのデータに基づいて計算を行い、結果を出力する。利用者は利用者端末１５より表示される計算結果を利用して、派生証券取引やヘッジを行う。本デリバティブ取引支援システムによれば、派生証券市場で現れる原資産価格のファットテイルな確率密度分布を、派生証券価格推定において考慮することができ、リスク低減につながる的確かつ迅速な派生証券取引を行うことができる。

【００７８】なお、本発明に関わる派生証券の原資産は、株、株価指数、国債、通貨、工業製品や鉱物や農産物等の商品、派生証券、土地等の不動産、電力、金利先物等いかなるものであってもよい。また、これらの多数の原資産及び派生証券の組み合わせから成る多資産ポートフォリオの価格、リスク評価に用いてもよい。また図６の説明では、原資産価格の収益率の時間単位を１日としたが、秒、分、月、年のいかなる時間単位で表わされたものであってもよい。

【００７９】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、数万回に及ぶ原資産価格の時間変化の試行計算を必要とするモンテカルロ法を用いることなく、原資産の価格確率分布のテイルが対数正規分布から外れて増大するという市場リスクを簡単な積分計算で評価することができ、従って非常に短い時間で、より的確なデリバティブ価格の推定及びリスクパラメータの計算が可能となって、デリバティブ取引のリスクが低減できる。

【００８０】さらに、デリバティブ価格計算式は解析的であるため、モンテカルロ法のように計算結果に統計誤差が生じないことから、微分を必要とするリスクパラメータの計算精度が向上するという利点があり、デリバティブ取引のリスクをさらに低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】市場における円ドル通貨交換レートの時系列データから得られる、数１９式で表わされる日次収益率v

の分布関数φ(v)の一例を示すグラフ。

【図２】市場における円ドル通貨交換レートの時系列データやそのオプション価格の実勢値から得られる、T**で規格化した数２２式内の温度関数T(v)の一例を示すグラフ。

【図３】本発明の１つの実施の形態で得られる原資産価格の確率密度関数と、従来のモンテカルロ法の計算結果及び対数正規分布とを比較したグラフ。

【図４】本発明の１つの実施の形態による、オプション価格を再現するための原資産価格確率密度関数の数２５式のＤ値による調整を示したグラフ。

【図５】本発明の１つの実施の形態により算出した円ドルコールオプション価格と市場価格とを比較したグラフ、及び計算で得られるインプライドボラティリティを示したグラフ。

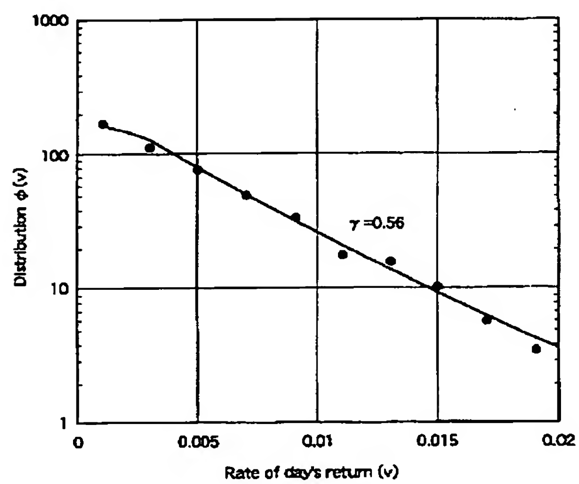
【図６】本発明の１つの実施の形態のデリバティブ評価システムのブロック図。

【図７】本発明の１つの実施の形態のデリバティブ取引支援システムのブロック図。

【符号の説明】

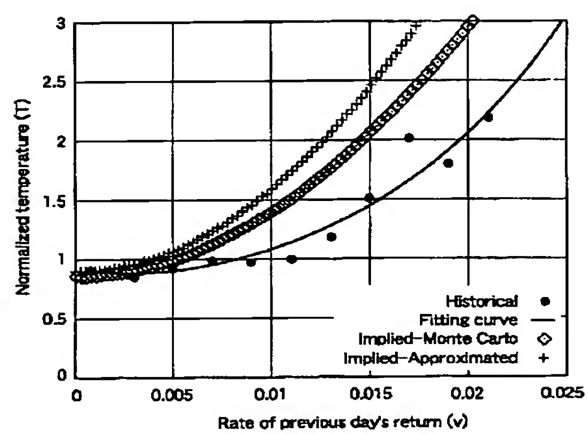
１　デリバティブ評価システム
２　派生証券計算条件入力手段
３　市場データ格納媒体
４　市場データ入力手段
５　温度関数T(v)決定手段
６　原資産価格変動率確率密度分布計算手段
７　原資産価格確率密度分布・派生証券価格計算手段
８　派生証券市場データサンプル入力手段
９　派生証券計算パラメータ入力手段
１０　派生証券価格計算結果比較判定手段
１１　派生証券価格・リスクパラメータ計算手段
１２　結果出力手段
１３　記録媒体
１４　コンピュータシステム
１５　利用者端末

【図１】



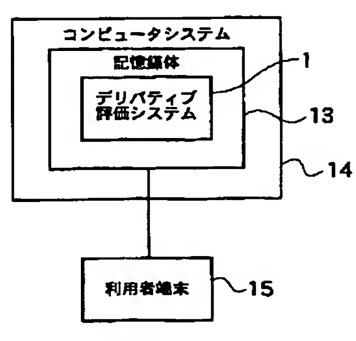
日次収益率vの分布関数φ(v)

【図２】



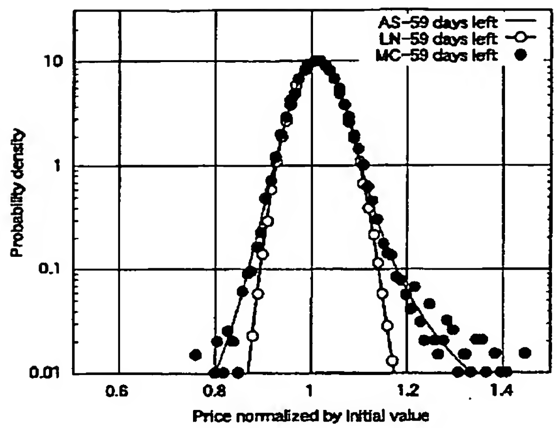
T**で規格化した温度関数T(v)

【図７】



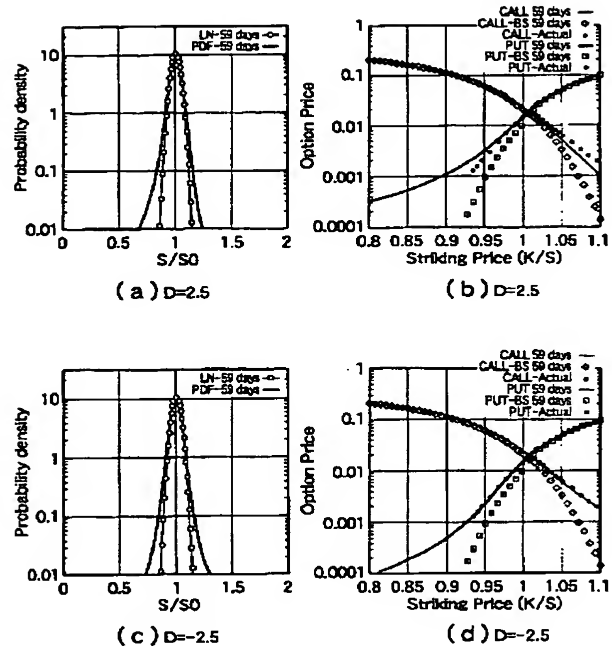
派生証券取引支援方法

【図３】



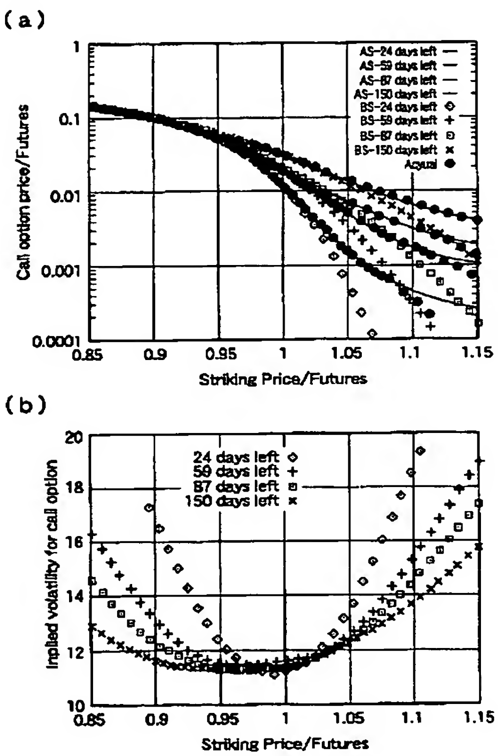
原資産価格の確率密度関数

【図４】



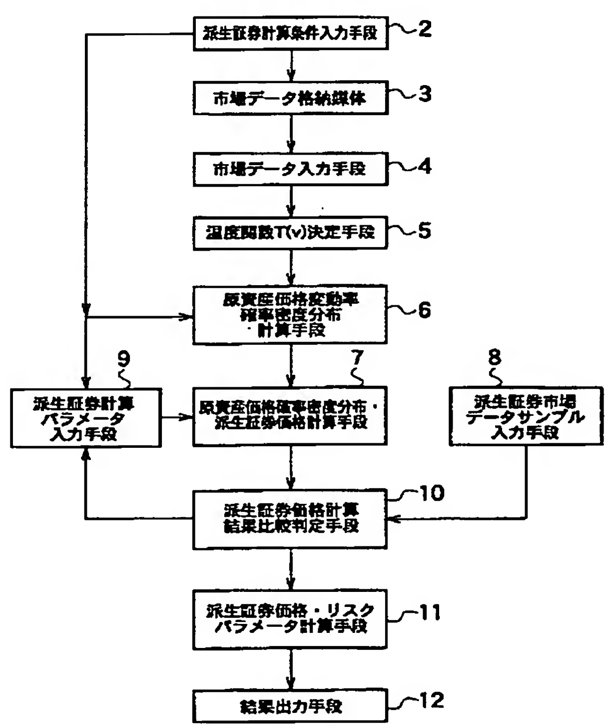
オプション価格を再現する為の原資産価格確率密度分布の調整

【図５】



コールオプション価格とインプライドボラティリティ

【図６】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷	識別記号	ＦＩ		テーマコード(参考)
Ｇ０６Ｆ　17/60	５１６	Ｇ０６Ｆ　17/60	５１６	

(72)発明者　川島　正俊
神奈川県川崎市川崎区浮島町２番１号　株式会社東芝浜川崎工場内

Ｆターム(参考)　5B049 BB47 CC02 CC05 CC08 DD00 DD05 EE03 EE07 EE31 FF01 FF09
5B055 BB20 CC04 CC10 FA08 FB03 MM00 PA02 PA34 PA38 PA39